

**OBSERVATION AU M.E.B. DES ZYGOTES
DE *SPHAEROPLEA AFRICANA* ET *S. ANNULINA*
(CHLOROPHYTA, ULOTRICHOPHYCEAE, SPHAEROPLEALES)**

Jaume CAMBRA* et Alain COUTÉ**

RÉSUMÉ. — Les auteurs signalent la présence, pour la première fois en Espagne, de *Sphaeroplea africana* Fritsch. Ils décrivent à l'aide du M.E.B. la paroi des oospores de cette espèce ainsi que celle des oospores de *S. annulina* (Roth) Ag. Des données écologiques détaillées sur les milieux où se développent ces deux algues sont également fournies.

SUMMARY — The authors point out the presence for the first time in Spain of *Sphaeroplea africana* Fritsch. They describe with the help of S.E.M. the cell wall of the zygospores of this species and of *S. annulina* (Roth) Ag. Detailed ecological data are given about the biotopes where grow these algae.

MOTS CLÉS : algues, eaux douces, *Sphaeroplea*, oospores, M.E.B., écologie.

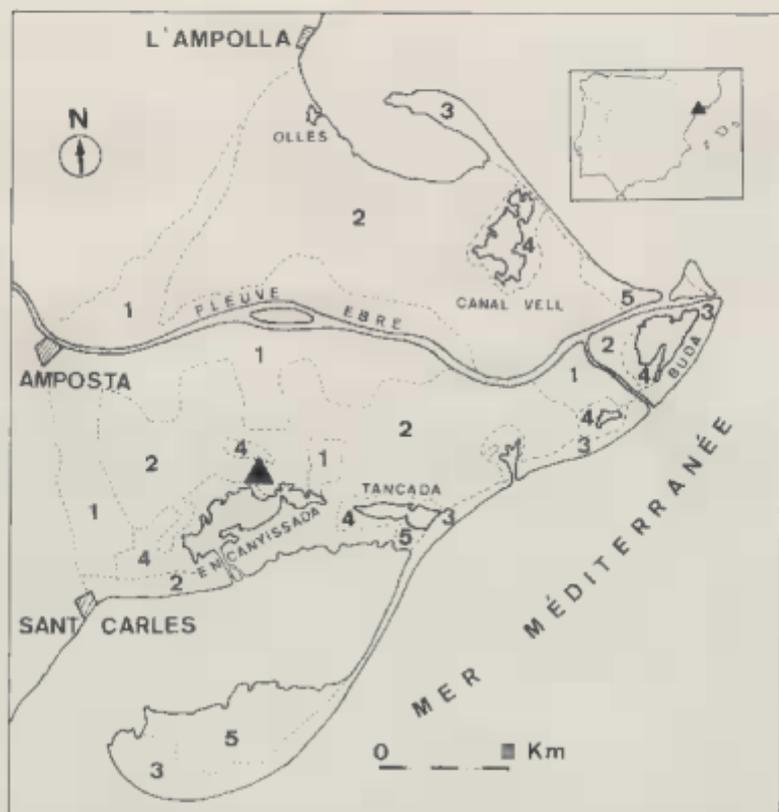
INTRODUCTION

Au cours de recherches phycologiques dans le delta de l'Ebre, en Catalogne espagnole, l'un des auteurs (Cambra) a découvert *Sphaeroplea africana* Fritsch et *S. annulina* (Roth) Ag. dans une rizière à *Oriza sativa* L. (carte). *S. africana* constitue une nouveauté pour l'Espagne selon les listes floristiques établies par Cambra (1985) et Alvarez Cobelas (1986).

Les *Sphaeroplea* des eaux continentales espagnoles (et probablement celles des autres régions méditerranéennes) sont encore peu étudiés et mal connus. En Espagne, seulement trois espèces du genre ont été répertoriées jusqu'à présent: *S. annulina* (Margalef, 1944, 1952), *S. crassisepta* (Heinricher) Klebahn (Margalef, 1947) et *S. wilmani* Fritsch et Rich (Perera & Cambra, 1986). Toutes se développent dans des eaux temporaires ou dans des rizières.

* Dept. Biologia Vegetal, Unitat Botànica, Fac. Biologia, Univ. Barcelona, Av. Diagonal, 645 Barcelona 08020, Espana.

** Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon, 75005 Paris, France; U.A. n° 257 (C.N.R.S.).



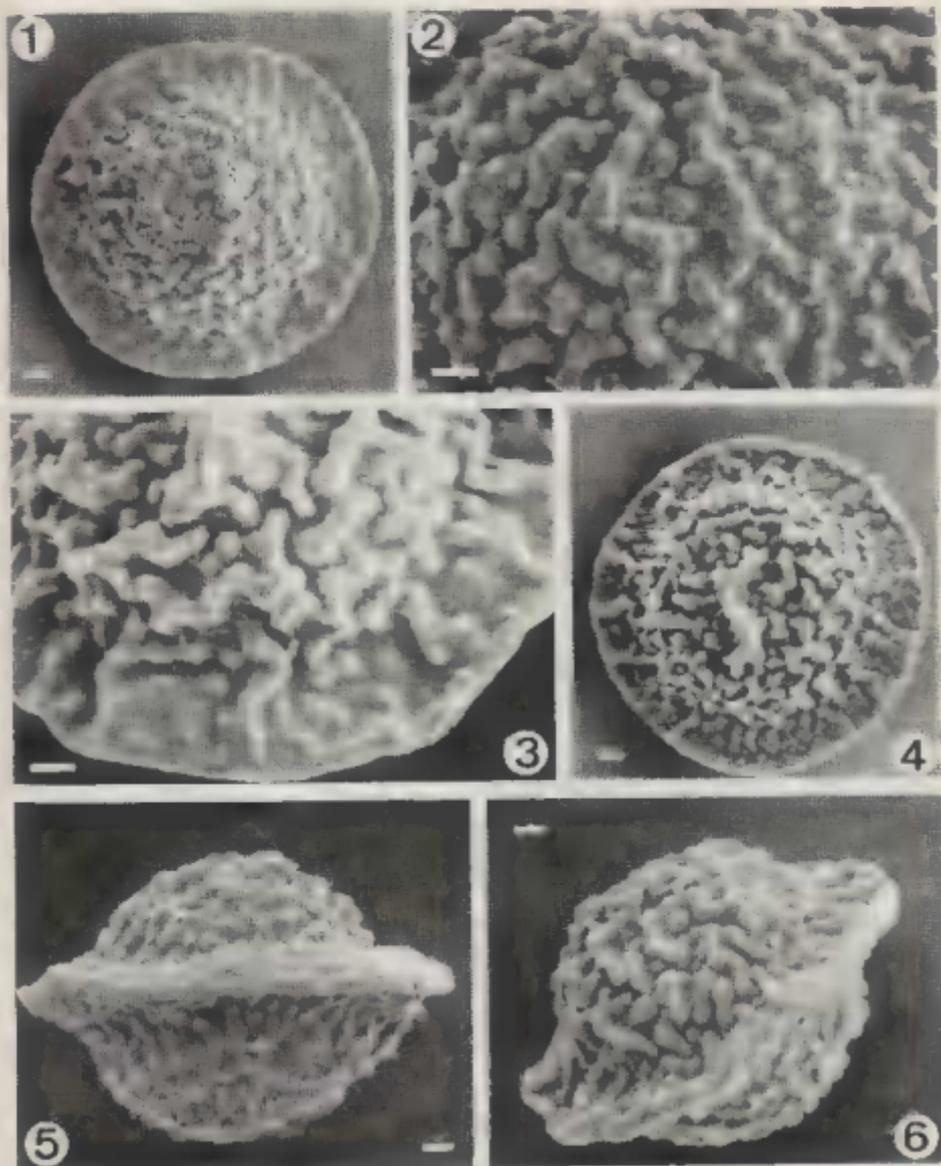
Carte : 1. Cultures; 2. Rizières; 3. Sol sablonneux; 4. Végétation hélophytique; 5. Végétation halophytique.

Disposant de matériel en quantité suffisante pour tenter une étude au microscope électronique à balayage (= M.E.B.) et pour compléter les travaux antérieurs de Sarma (1974), de Tracanna & Couté (1982), de Buchheim & Hoffman (1985) et enfin de Hoffman (1986) effectués sur d'autres espèces, il nous a paru intéressant de décrire l'ultrastructure de la paroi des oospores (= zygotes) de *S. africana* et de *S. annulina* aux fins de comparaison.

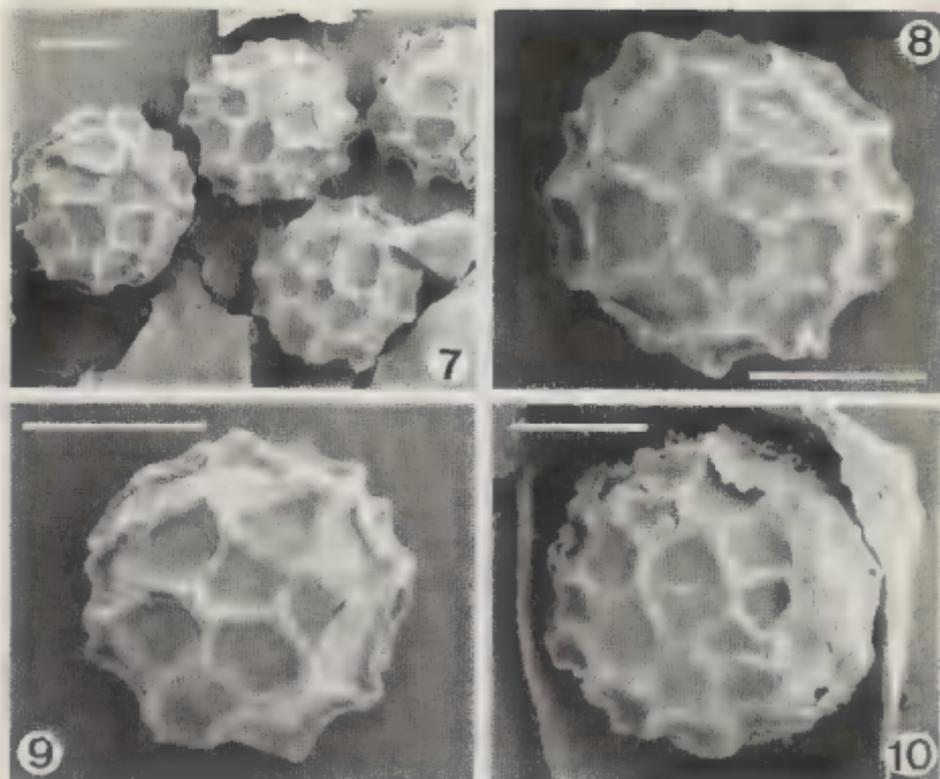
MÉTHODES

La technique de préparation du matériel est identique à celle qui a été utilisée par Tracanna & Couté (1982).

Les observations et les prises de vues ont été faites sur le microscope électronique à balayage JEOL 840 A du Service Commun des Laboratoires des Sciences de la Vie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.



Figures 1 à 6 : *Sphaeroplea africana* Fritsch \times M.E.B. — Fig. 1 et 4 : vues de face de deux oospores. Fig. 2 et 3 : détails de la paroi de deux oospores. Fig. 2 : détail de l'oospore de la figure 1. Fig. 3 : détail de l'oospore de la figure 4. — Fig. 5 et 6 : vues de profil de deux oospores. Les traits d'échelle représentent 1 μ m.



Figures 7 à 10 : *Sphaeroplea annulina* (Roth) Ag. — Fig. 7 : quatre oospores avec des fragments de l'enveloppe du filament. — Fig. 8 à 10 : vues de trois oospores différentes. Les traits d'échelle représentent 10 μm .

RÉSULTATS

Sphaeroplea africana Fritsch (fig. 1 à 6)

En microscopie photonique, nos échantillons apparaissent comme de simples filaments de 30-40 μm de diamètre avec des pôles atténués. Chacun des articles constituant le filament renferme plusieurs chloroplastes pariétaux annelés. On observe toujours plusieurs pyrénoides par chloroplaste. Dans les filaments fertiles, les oospores sont disposées en plusieurs séries (2 ou 3) longitudinales. En vue de face, elles sont circulaires. Leur diamètre varie entre 20 et 25 μm . De profil, elles sont ellipsoïdales et présentent une crête ou carène équatoriale. Leur épaisseur est de 12,5 à 17,5 μm .

L'étude au M.E.B. montre que l'ornementation de la paroi des oospores n'est pas seulement grossièrement granuleuse comme l'avait signalé Fritsch (1918). En effet, la partie centrale de l'oospore, en vue de face ou de profil, apparaît couverte de granules et de bourrelets grossiers, parfois ramifiés, et plus ou moins anastomosés (fig. 2 et 3) disposés sans ordre. Le diamètre des granules peut atteindre 0,5 μm comme l'épaisseur des bourrelets. Par contre, la longueur de ces derniers peut dépasser 3 μm . La crête ou carène équatoriale, en vue de face, semble peu ornementée (fig. 1 et 3) chez certaines oospores tandis que chez d'autres (fig. 4 et 6) rien ne la distingue de la région centrale. L'épaisseur de la crête n'excède pas 1 μm .

Enfin, quelques oospores montrent parfois à l'un de leurs apex une crête secondaire, sinueuse (fig. 4), disposée perpendiculairement par rapport à l'arête équatoriale. Cette crête semble correspondre à la fusion de plusieurs bourrelets ornementaux de la paroi.

Sphaeroplea annulina (Roth) C.A. Ag.
(fig. 7 à 10)

Chez cette espèce qui, selon Fritsch (1929) et Gauthier-Lièvre (1941), est connue du monde entier sauf d'Australie, les filaments ont un diamètre de 24 à 72 μm . Ils renferment de nombreux chloroplastes annulaires avec deux à dix pyrénoides chacun.

Après fécondation, les filaments montrent de une à trois séries d'oospores disposées parallèlement à l'axe du filament. Les oospores, grossièrement sphériques, ont une paroi qui, en microscopie photonique, semble être ornementée d'un fin réseau irrégulier de bourrelets avec des granules ou même des verrues coniques aux intersections. Leur diamètre varie de 11 à 36 μm .

Le M.E.B. confirme l'existence du réseau de bourrelets (fig. 7 à 10). L'épaisseur de ces derniers ne dépasse jamais 1 μm tandis que leur hauteur peut atteindre jusqu'à 2 μm (fig. 8 et 9) entre autre aux niveaux des intersections. Les plages libres délimitées par les bourrelets apparaissent totalement lisses (fig. 8 et 9). Leur nombre varie de sept à dix pour une surface de 10 μm^2 .

Remarques écologiques. — La rizière dans laquelle les deux algues étudiées ont été récoltées est située dans la région du delta de l'Ebre, dans le N.E. de l'Espagne. La carte fournie précise la localisation de la station et les différents types de végétation environnants. La rizière est généralement mise en eau au début du mois de mai. Environ trois semaines plus tard, on constate une prolifération d'algues surtout filamenteuses qui se traduit par des fleurs d'eau ou «blooms». Parmi les algues qui se développent, deux genres sont prédominants. Il s'agit, d'une part, de *Sphaeroplea* Ag. (Ultrichophycées, Sphaeropléales) avec trois espèces : *S. africana*, *S. annulina* et *S. wilmani* et d'autre part d'*Hydrodictyon* Roth (Chlorophycées, Chlorococcales) avec l'unique espèce ici, *H. reticulatum* (L.) Lagerh. Deux à trois semaines après la prolifération algale, l'eau de la rizière apparaît tachée de rouge vif. Cette coloration correspond à la production

massive d'oospores mûres du genre *Sphaeroplea*. A ce stade de développement algal massif, les agriculteurs interviennent par des traitements phytosanitaires à l'aide d'herbicides ou d'algicides pour éliminer cette végétation excessive censée porter préjudice à la croissance du riz.

Au mois de septembre, c'est-à-dire à la fin de la culture du riz, une autre fleur d'eau se développe avec principalement des Euglénophytes et des algues vertes parmi lesquelles *Hydrodictyon reticulatum* ainsi que deux filamenteuses, *Cladophora fracta* (Müll. ex Vahl) Kütz. et *Pithophora oedogonia* (Mont.) Witttr. pour les Chlorophycées et quelques espèces du genre *Spirogyra* Link pour les Zygothécées.

Sphaeroplea africana et *S. annulina* ont été trouvées dans cette rizière le 19 mai 1985 accompagnés, entre autres, de *Chara vulgaris* L., *Cladophora fracta*, *Cosmarium botrytis* Menegh., *C. laeve* Rabenh., *Monoraphidium* sp., *Oedogonium* sp., *Scenedesmus acutus* Meyen, *Sc. ecornis* (Ehrbg.) Chodat, *Spirogyra parvula* (Transeau) Czurda et *Spirogyra* sp. pour les Chlorophytes et *Nitzschia* sp. ainsi que *Surirella ovata* Kütz. pour les Chromophytes.

La flore phanérogamique qui se développe en abondance dans la rizière et qui la caractérise est composée des taxons suivants : *Alisma plantago-aquatica* L., *Bergia aquatica* Roxb., *Cyperus difformis* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *E. oryzicola* (Vasinger) Vasinger, *E. orizoides* (Ard.) Fritsch, *Lemna minor* L., *Lidernia dubia* (L.) Pennell, *Najas gracillima* (A. Braun ex Engelm.) Magnus, *N. minor* Allioni, *Oriza sativa* L., *Paspalum paspalodes* (Michx.) Scribner, *Potamogeton nodosus* Poiret in Lam., *Scirpus maritimus* L. et *S. mucronatus* L.

Enfin, les données physico-chimiques de l'eau de la rizière (enregistrées le 19 mai 1985 à 17 heures), fournies dans le tableau I, font ressortir un pH assez élevé (= 9,7), une bonne oxygénation du milieu (9,4 mg/l) et une faible eutrophisation.

Tableau I : données physico-chimiques de l'eau de la rizière

pH : 9,7; t° : 29,2°C; O_2 : 9,4 mg/l; Conductivité : 2650,0 μ S/cm; PO_4^{3-} : 1,43 μ g-at/l; NO_3^- : 0,41 μ g-at/l; NO_2^- : 0,045 μ g-at/l; NH_4^+ : 0,45 μ g-at/l; SO_4^{2-} : 997,75 mg/l; Cl^- : 730,0 mg/l; Alcalinité : 0,65 meq/l; Mg : 78,6 mg/l; Ca : 386,3 mg/l; K : 1,41 mg/l; Na : 463,0 mg/l.

CONCLUSIONS

La découverte de *Sphaeroplea africana* en Espagne est une nouveauté algologique intéressante, cette espèce n'étant signalée jusqu'à présent, à notre connaissance, que du continent africain et, qui plus est, du sud de l'Afrique. Elle vient s'ajouter aux trois autres déjà mentionnées en Espagne, à savoir, *S. annulina*, *S. crassisepta* et *S. wilmani*.

Les micrographies que nous obtenons à l'aide du M.E.B. correspondent aux dessins fournis par Fritsch (1918) pour cette espèce à la fois par le contour, les

dimensions et l'aspect superficiel des oospores. Nos documents sont en même temps les premiers fournis pour les oospores de *S. africana* et de *S. annulina*. Ils complètent ainsi la connaissance acquise jusqu'ici de la paroi des oospores de ce genre, avec les travaux de Sarma (1974) à propos de *S. chapmanii* Sarma, de Tracanna & Couté (1982) sur *S. soleirolii* (Duby) Montagne ex Kütz. var. *soleirolii*, *S. soleirolii* var. *simplex* Tracanna & Couté et *S. wilmani* var. *tucumanensis* Tracanna, de Buchheim & Hoffman (1985) concernant *S. robusta* Buchheim et Hoffman, de Hoffman (1986) pour *S. tenuis* Fritsch et, enfin, de Buchheim et Hoffman (1987) au sujet d'une nouvelle espèce, *S. fragilis*.

En ce qui concerne nos documents sur les oospores de *S. annulina*, il faut reconnaître qu'ils correspondent bien à ceux donnés, entre autres, par Gauthier-Lièvre (1941), mais ils sont plus difficiles à rapprocher de la figure 51 fournie par Fritsch (1929, p. 13). Toutefois, ils rappellent assez bien la figure 6 G de ce même auteur (1929, p. 15). Ils sont assez voisins aussi de la micrographie au M.E.B. de Tracanna & Couté (1982, pl. II, fig. 1) signalée comme étant une forme juvénile d'oospore de *S. wilmani* var. *tucumanensis* Tracanna, mais ■ distinguent nettement des formes matures. Ils sont également assez semblables aux images obtenues au M.E.B. par Sarma (1974) à propos de *S. chapmanii* dont les oospores présentent aussi un réseau de bourrelets. Toutefois, deux caractères distinguent nettement *S. chapmanii* de *S. annulina* (si tant est que l'on puisse ■ référer totalement aux documents de Sarma, les oospores étant toujours collapsées en raison de l'absence de traitement au point critique). Chez *S. chapmanii*, les bourrelets sont plutôt des crêtes et les plages libres entre ces dernières ne sont pas lisses. Cette espèce est d'ailleurs très proche de *S. robusta* décrite récemment par Buchheim & Hoffman (1985). Les oospores ont été étudiées par ces auteurs à l'aide du M.E.B. Les micrographies obtenues sont très similaires à celles des oospores de *S. chapmanii* de sorte que la réalité de l'espèce *robusta* nous semble plus que discutable.

La nouvelle espèce décrite récemment par ces mêmes auteurs, *S. fragilis* Buchheim & Hoffman (1987), nous semble d'ailleurs aussi fondée ■ des critères difficilement acceptables tels que la fragilité des thalles, la variabilité de l'épaisseur des cloisons séparant les articles ou encore la précocité du développement sexuel. De plus, les électronographies fournies par ces auteurs rappellent beaucoup celles données pour *S. wilmani* var. *tucumanensis* par Tracanna & Couté (1982) qui mentionnent déjà à ce propos (p. 75) : «un ordonnancement variable du réseau» de crêtes «selon les échantillons et, probablement l'état de maturation. . .».

Enfin, les «vrilles» ou «cirri» décrites par Buchheim & Hoffman (1987) ■ par Hoffman & Buchheim (1987) comme des appendices de certaines oospores des genres *Atractomorpha* Hoffman et *Sphaeroplea* Agardh nous paraissent constituées d'un matériel différent de celui de la paroi. Il pourrait bien s'agir d'artefacts. Une analyse chimique par microsonde ou, mieux, une étude de coupes ultrafines à l'aide du M.E.T. (microscope électronique à transmission) permettrait de trancher ce point qui, à notre avis, ne peut actuellement intervenir comme argument taxinomique.

Pour effectuer une révision définitive du genre *Sphaeroplea* et apporter la preuve, si cela est encore nécessaire, de l'intérêt de l'ornementation pariétale des oospores comme caractère taxinomique, il reste à étudier au M.E.B. deux espèces et leurs éventuelles variétés, à savoir, *S. crassisepta* et *S. tricarinata* Gauthier-Lièvre. L'espèce *S. cambrica* Fritsch considérée par Bourrelly & Feldmann (1946) comme synonyme de *S. soleirolii* (Duby) Montagne ex Kütz. n'est pas à prendre en compte ici. Cette étude pourrait peut être régler aussi le cas de *S. crassisepta* variété de *S. annulina* décrite par Heinricher (1883) et élevée au rang d'espèce par Klebahn (1899).

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos vifs remerciements à Monsieur le Professeur Antoni Farràs qui a récolté les échantillons de *Sphaeroplea* et qui nous a fourni les données sur la flore de la rizière concernée. Nous sommes également reconnaissants envers Madame E. Forés pour l'aide qu'elle nous a apportée et pour les données physico-chimiques qu'elle nous a aimablement fournies.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALVAREZ COBELAS M., 1986 — Catálogo de las algas continentales españolas, IV. *Acta Bot. Malacitana* 11 : 17-38.
- BOURRELLY P. & FELDMANN J., 1946 — Une algue méconnue : *Sphaeroplea soleirolii* (Duby) Montagne. *Bull. Mus.*, 2e sér. 18 (5) : 412-415.
- BUCHHEIM M.A. & HOFFMAN L.R., 1985 — *Sphaeroplea robusta* n. sp., a new member of the Sphaeropleaceae (Chlorophyceae) from Texas. *Trans. Amer. Microscop. Soc.*, 104 (2) : 178-187.
- BUCHHEIM M.A. & HOFFMAN L.R., 1987 — Structure and reproduction of *Sphaeroplea fragilis* sp. nov., a new member of the Sphaeropleaceae (Chlorophyceae) from California. *Canad. J. Bot.* 65 (11) : 2330-2337.
- CAMBRA J., 1985 — Check-list de les cianofícies, algues d'aigua dolça i del plàncton marí dels Països Catalans. In : LLIMONA X. et al., *Historia Natural dels Països Catalans*. Vol. 4 : 501-527. Enciclopèdia Catalana Ed. Barcelona, 558 p.
- FRITSCH F.E., 1918 — Contributions to our knowledge of the freshwater algae of Africa. *Ann. S. African Mus.* 9 (7) : 483-611.
- FRITSCH F.E., 1929 — The genus *Sphaeroplea*. *Ann. Bot.* 43 (169) : 1-26.
- GAUTHIER-LIEVRE L., 1941 — Algues des eaux continentales africaines. 1. Algues du Sahara septentrional et central. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique N.* 32 : 79-125.
- HEINRICHER E., 1883 — Zur Kenntnis der Algengattung *Sphaeroplea*. *Ber. Deutsch. Bot. Gesel.* 1 : 433.
- HOFFMAN L.R., 1986 — Zygotes of *Sphaeroplea tenuis* (Chlorophyceae). *Brit. Phycol. J.* 21 : 115-123.
- HOFFMAN L.R. & BUCHHEIM M.A., 1987 — Cirri, a new structure relating to zygote

morphology in the Sphaeropleaceae, *J. Phycol.* 23 : 15 (Abstr.).

- KLEBAHN H., 1899 — Die Befruchtung von *Sphaeroplea annulina*. *Festschr. f. Schwend. Berlin* : 81-103.
- MARGALEF R., 1944 — Datos para una flora de nuestras aguas dulces. *Publ. Inst. Bot. Barcelona* 4 : 1-130.
- MARGALEF R., 1947 — Estudios sobre la vida en las aguas continentales de la region endorreica manchega. *Publ. Inst. Biol. Aplicada* 4 : 5-51.
- MARGALEF R., 1952 — Materiales para la hidrobiologia de la isla de Menorca. *Publ. Inst. Biol. Aplicada* 11 : 5-112.
- PERERA M. & CAMBRA J., 1986 — *Sphaeroplea wilmani* Fritsch, en una bassa temporal al littoral del Garraf (Barcelona). *Fol. Bot. Misc.* 5 : 129-133.
- SARMA P., 1974 — Light and scanning electron microscopic study of a new species of *Sphaeroplea* from New Zealand. *Nova Hedwigia* 25 : 475-501.
- TRACANNA B. & COUTÉ A., 1982 — Étude au microscope électronique à balayage de la paroi des oospores de deux espèces et d'une variété nouvelle du genre *Sphaeroplea* Ag. (Chlorophytes, Ulotrichophyceae, Sphaeropleales). *Cryptogamie, Algol.* 3 (1) : 71-79.